

兵庫県箇所別土砂災害危険度予測システムの活用に向けた取り組み -兵庫県内の新生代第三紀堆積岩類における地形・地質学的特徴と崩壊特性-

(一財) 建設工学研究所 沖村孝 神戸市立工業高等専門学校 鳥居宣之
兵庫県県土整備部土木局砂防課 石田博彰
(一財) 建設工学研究所 ○中川渉、原口勝則、鏡原聖史

1. はじめに

兵庫県では、警戒避難活動に資するため、土砂災害警戒区域毎に降雨時の危険度を予測する「箇所別土砂災害危険度予測システム」(以下、システム)を表六甲山系において平成 24 年4月より運用を開始した。その後、県内各地の市町への導入を進めており、システム構築に際して新たに出現した問題と対応を報告してきている¹⁾。

これらのシステムでは、モデルの精度検証として各地域における捕捉率(実際に発生した崩壊箇所を計算上で再現できる確率)を 80%以上としており、事例代表である六甲花崗岩類などでは最大 85%までを予測し得る状況となっている。しかしながら、兵庫県下における新生代第三紀の神戸層群、北但層群、大阪層群等の堆積岩類においては、地層別に捕捉率をみると各々37.8%(昭和 42 年 7 月災害)、84.7%(平成 16 年 10 月災害)、30.2%(昭和 42 年 7 月災害)と地質によって大きな差がある。これら捕捉率に差が生じる原因としては、実際の崩壊メカニズムと予測モデルのモデル化が地形・地層の特性により異なっていることが考えられる。

本報告では、兵庫県下における地層新生代第三紀堆積岩類の地形特性、地質特性をDEMに基づいて整理し、崩壊地の地形特性を把握したうえで、各地層の崩壊メカニズムを考える。そして予測モデルへの適応に当たり、留意点ならびに改良点について整理した。

2. 対象地と方法

兵庫県下における新生代第三紀堆積岩類には、兵庫県南部を中心に分布している古第三紀始新世から漸新世の堆積岩類である神戸層群、兵庫県北部の浜坂～豊岡市域を中心に分布する北但層群、また淡路島に分布する岩屋累層、そして北但層群を被覆する照来層群、そして第三紀の中で最も新しい神戸～大阪、京都、滋賀広範囲に分布する大阪層群がある。

本報告では神戸層群、北但層群、照来層群、大阪層群を対象とした。神戸層群は、分布域の違いから北神地域と、西神地域に分けた。北但層群は、本システムを構築した豊岡市域を対象とし、平成 16 年 10 月台風 23 号災害時の土砂災害が集中的に発生している「集中地域」と、それ以外の「集中箇所外」に区別した。大阪層群は層序に従い上部、中部、下部の3つに分けることとした。

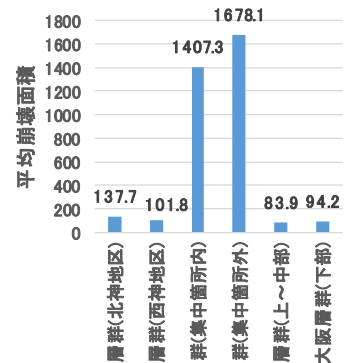
対象地における表層崩壊機構を検討するために、地形解析、文献調査、空中写真判読および現地調査を実施した。地形解析では、対象地における 10mDEM を使用した。

3. 対象地の地形特性

地質毎に 10mDEM から傾斜角を求め、5° 区分ごとに頻度を整理した。最も頻度が高い区分は神戸層群や大阪層群では 20～30° である一方、北但層群、照来層群では 35～40° でピークとなっており、傾斜が急である傾向がみられた(表一1)。

表一 傾斜角の最頻度区分

地質区分	最頻度区分(°)
神戸層群(北神地区)	20-25
神戸層群(西神地区)	25-30
北但層群(集中箇所内)	35-40
北但層群(集中箇所外)	35-40
照来層群	35-40
大阪層群(上部)	20-25
大阪層群(中部)	20-25
大阪層群(下部)	25-30



図一 平均崩壊面積

4. 対象地の表層崩壊の特性とその原因

既往の災害履歴から豪雨による土砂災害が多く発生した降雨を対象として、崩壊地の特性を整理した。

表二 崩壊タイプごとのイメージ図

崩壊タイプ	A:斜面中・下部崩壊型	B:斜面中・下部崩壊型 (小規模起伏)	C:遷急線部崩壊型	D:背後凹地型
地質	神戸層群、北但層群	大阪層群	神戸層群、大阪層群	神戸層群
崩壊イメージ図				

神戸層群および大阪層群の崩壊については、昭和 42 年 7 月豪雨による神戸市域での崩壊、北但層群の崩壊については、平成 16 年 10 月台風 23 号による豊岡市域での崩壊を対象とした。照来層群では、土砂災害が多発した事例は確認されなかった。

平均崩壊面積は、神戸層群で 100m² 程度、北但層群で 1,000m² 以上、大阪層群で 100m² 未満となっており、北但層群で規模が大きく、神戸層群・大阪層群では小規模な崩壊が多かった。崩壊地の集水面積を求めると、神戸層群や大阪層群では、9 割以上が集水面積 500m² 未満の斜面上部で発生しているが、北但層群では半数程度が集水面積 500m² 未満の斜面上部で発生し、1000m² 以上で発生している崩壊も存在している。これら崩壊特性から崩壊をタイプ分けし、表-2 に示す。山腹が急な北但層群では、集水面積の大きい斜面中・下部で比較的規模の大きい A タイプの崩壊が大半であった。北但層群より斜面規模の小さい神戸層群では、A タイプ、C タイプ、D タイプの崩壊が見られた。いちばん起伏量が小さく斜面規模が小さい大阪層群では、B タイプと C タイプが見られた。

5. システムの判定状況との差異とモデル改良方法の検討

地質ごとの崩壊特性とシステムにおける判定状況について、表-3 に整理した。神戸層群、大阪層群と北但層群を比較すると、神戸層群、大阪層群では、崩壊規模が小さく、傾斜が緩やかで、集水面積が小さい傾向がある。傾斜が緩やかであると、斜面安定解析による安全率が高くなり、また集水面積が小さいと地下水位が上昇しないため、結果として安全率が高くなり、モデル精度検証計算による過去の崩壊地のシステムの捕捉率が低くなる。

表-3 崩壊特性とシステムの判定状況

地質		神戸層群・ 大阪層群	北但層群
崩壊特性	崩壊規模	小	大
	傾斜	緩	急
	集水面積	小	大
システムの判定状況		低捕捉率	高捕捉率

神戸層群は砂岩、礫岩、泥岩と複数の凝灰岩層からなっており、大阪層群は砂層、礫層に海成粘土層や火山灰層を挟んでいる。これら層状の地質構造を起因とした局所的な強度低下や異なる透水性により崩壊が発生していると考え、これらの特性をモデルへの組み込みを試行した。①難透水層の設定：局所的に分布している泥岩や粘土層によって地下水位が上昇し、崩壊が発生する機構を想定し、モデルに難透水層を設定した。②有効粘着力 c の低下：ゆるみが発生し、地盤の強度低下が生じて、崩壊が発生する機構を想定し、モデルの有効粘着力 c を基準値から低減させた。③表土層厚：風化が進行し、表土層厚が厚くなり、崩壊が発生する機構を想定し、モデルの層厚式を変更した。以上の3案の試算を行ったところ、いずれの改良案でも崩壊地周辺で崩壊判定が出るようになった(図-2)。

これら改良案は暫定的な設定方法であるため、実際にモデルへ適応する際には、現場透水試験など実際の現地計測結果と照らし合わせて検討する必要がある。

6. おわりに

本報告では、リアルタイム表層崩壊モデルにおいて、捕捉率が 80% に至らない兵庫県下の第三紀堆積岩類について、地形・地質的な特徴をとりまとめ、崩壊特性について示した。第三紀堆積岩類は個々に地形・地質的な特徴を示したが、モデルに利用した降雨パターンは、降雨災害中の 1 ケースにすぎず、降雨特性の異なる崩壊事例については、今後の課題となる。またモデルを崩壊特性にあてはめる検討では、難透水層の設定、有効粘着力の低減および表土層厚の増厚の試行を行ったが、メッシュのサイズ、難透水層の設定、強度の設定、土砂の層厚も他ケースを検討する必要がある、今後の課題としたい。

参考文献：

- 1) 沖村ら，兵庫県箇所別土砂災害危険度予測システムの活用に向けた取り組み-兵庫県下酸性火山岩類分布地域の表層崩壊機構とモデル化-，平成 29 年度砂防学会研究発表会概要集，2017。

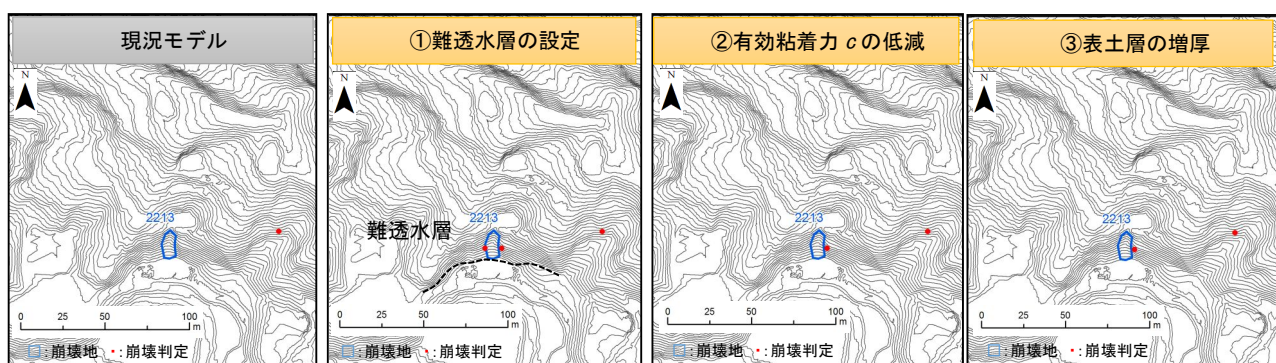


図-2 現況モデルと改良案の判定状況(神戸層群北神地区)